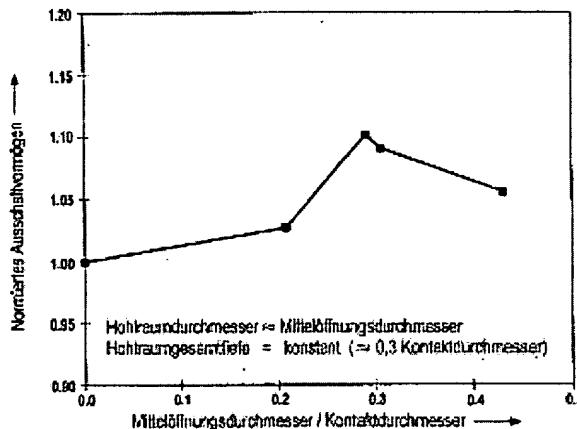


Axial magnetic field contact device for vacuum switch in power engineering

Patent number: DE19855413
Publication date: 1999-07-15
Inventor: KIPPENBERG HORST DR (DE); WENZEL NORBERT DR (DE); HARTMANN WERNER DR (DE)
Applicant: SIEMENS AG (DE)
Classification:
- international: H01H33/66; H01H1/10
- european: H01H33/66C4
Application number: DE19981055413 19981201
Priority number(s): DE19981055413 19981201; DE19972021268U 19971201

Abstract of DE19855413

The contact device has a pair of cooperating contact pieces and an axial magnetic field generation device, each of the contact pieces having a contact disc with a central opening and an underlying hollow space. The diameter of the central opening lies between 20 and 40% of the diameter of the contact disc, the wall of the hollow space provided by a thin-walled sleeve section of a non-magnetic material.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 198 55 413 A 1

⑮ Int. Cl. 6:
H 01 H 33/66
H 01 H 1/10

⑯ Innere Priorität:
297 21 268. 0 01. 12. 97

⑰ Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

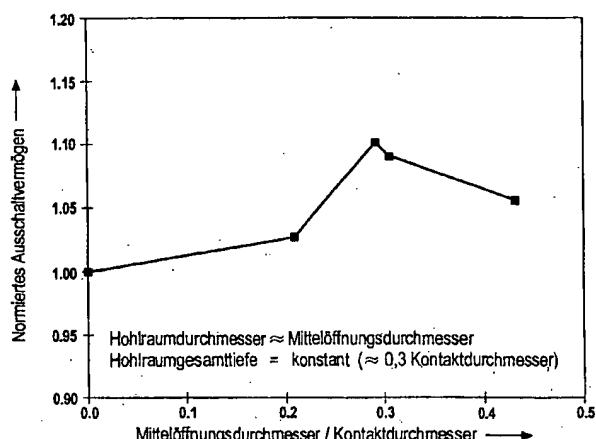
⑰ Erfinder:
Hartmann, Werner, Dr., 91091 Großenseebach, DE;
Kippenberg, Horst, Dr., 91074 Herzogenaurach, DE;
Wenzel, Norbert, Dr., 91056 Erlangen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Axialmagnetfeld-Kontaktanordnung für Vakuumschalter

⑰ Derartige Kontaktanordnungen bestehen üblicherweise aus zwei einander zugeordneten Kontaktstücken und zugehörigen Mitteln zur Generierung eines axialen Magnetfeldes, wobei die Kontaktstücke aus topfförmigen Kontaktträgern mit Kontakt scheiben gebildet sind. Für solche Kontaktanordnungen wurde bereits vorgeschlagen, im zentralen Bereich der Kontakt scheibe eine Öffnung mit einem dahinterliegenden Hohlraum vorzusehen. Erfindungsgemäß beträgt der Durchmesser der Mittelloffnung zwischen 20 und 40% des Kontakt durchmessers, vorzugsweise im Bereich zwischen 25 und 35%. Ein Optimum der Schalteigenschaften wird bei etwa 30% erreicht.



DE 198 55 413 A 1

DE 198 55 413 A 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Axialmagnetfeld-Kontaktanordnung für einen Vakuumschalter, bestehend aus zwei einander zugeordneten Kontaktstücken und zugehörigen Mitteln zur Generierung eines axialen Magnetfeldes, wobei die Kontaktstücke aus topfförmigen Kontaktträgern mit Hohlraum und ringförmigen Kontaktscheiben mit Mittelloffnung bestehen, die mit dem dahinterliegenden Hohlraum verbunden ist.

Im Bereich der Energietechnik werden zum Schließen und Trennen elektrischer Verbindungen mechanisch arbeitende Schalter eingesetzt, bei denen zwei Kontaktstücke in einem evakuierten, vakuumdichten Gehäuse (Vakuumschaltrohre) untergebracht sind, wobei wenigstens eines der beiden Kontaktstücke beweglich in Bezug auf das zweite Kontaktstück sein muß. Als speziellen Schaltfall muß diese Anordnung die im Netz bzw. im Verbraucher im Fehlerfall auftretenden Kurzschlußströme unterbrechen können. In diesem Fall verursacht der bei der Kontaktöffnung zwischen den beiden Kontaktstücken entstehende Lichtbogen eine starke lokale Erhitzung der Kontaktoberfläche, die mit einer erheblichen Freisetzung von Metalldampf verbunden ist. Dieser Metalldampf begrenzt die dielektrische Wiederverfestigung der Schaltstrecke nach einem Stromnulldurchgang und damit auch den Kurzschlußstrom, der von einer vorgegebenen Anordnung unterbrochen werden kann.

Da sich der Lichtbogen durch das Eigenmagnetfeld bis auf einen Minimaldurchmesser einschnürt, bei dem sich der Magnetfelddruck und der hydrodynamische Gasdruck die Waage halten, wird die Schaltleistung von einfachen Plattenkontakten im wesentlichen durch das Verhalten des Kontaktmaterials begrenzt und ist nicht beliebig durch Vergrößerung des Kontakttdurchmessers zu erhöhen.

Zur Erhöhung der Schaltleistung einfacher Plattenkontakte in Vakuumschaltrohren werden verschiedene Wege beschritten. Insbesondere hat sich bewährt, den Kontaktstücken im Schaltfall ein axiales Magnetfeld zu überlagern. Das axiale Magnetfeld behindert eine Kontraktion des Lichtbogens aufgrund des Eigenmagnetfeldes und führt zu dessen Auffächerung. Angestrebt wird, daß dessen Fußpunkte damit möglichst über die gesamte verfügbare Kontaktfläche verteilt werden und somit ein diffuser Lichtbogen entsteht. Auf diese Weise wird die lokale thermische Belastung der Kontaktoberfläche vermindert, womit die Metalldampferzeugung verringert und die Obergrenze für den zu unterbrechenden Kurzschlußstrom deutlich erhöht wird.

Ein weiterer Vorteil derartiger Axialmagnetfeldkontakte (sog. AMF-Kontakte) besteht darin, daß keine Metalldampfjets in radialer Richtung emittiert werden und daß damit angrenzende Strukturelemente der Vakuumschaltrohre nur sehr gering belastet werden.

Beim Stand der Technik ist die für die Erzeugung des axialen Magnetfeldes notwendige Spule häufig in das Kontaktstück integriert, indem ein Teil der Stromzuführung zur Kontaktplatte als Spulenkörper ausgeformt ist. Eine bekannte Ausführungsform eines AMF-Kontaktes sieht dafür topfförmige Kontaktträger vor, deren Seitenwände spulenförmig geschlitzt sind. Die Schlitzung ist für die beiden sich gegenüberstehenden Kontaktstücke gleichsinnig, so daß im Innern der Spule ein im wesentlichen axiales Magnetfeld erzeugt wird. Die Kontaktplatten sind im allgemeinen mit Schlitten in radialer Richtung versehen. Dadurch wird der durch die zeitliche Änderung des magnetischen Flusses in der Kontaktscheibe induzierte Wirbelstrom, der seinerseits das Axialfeld zu verringern trachtet, deutlich herabgesetzt.

Die Schaltgrenze wird bei solchen Systemen dann erreicht, wenn ein Teilbereich eines Kontaktstückes so stark

erhitzt wird, daß eine heftige Metalldampfentwicklung einsetzt. Die dadurch erhöhte Stoßrate führt zu einem Anstieg von Dampf- und Plasmadichte, welcher eine Kontraktion der Bogensäule aufgrund des Eigenmagnetfeldes trotz vorhandenem Axialmagnetfeld zur Folge hat. In der Praxis zeigt sich, daß beim Schalten im Grenzlastbereich besonders der zentrale Teil der Kontakte gefährdet ist, thermisch überlastet zu werden, und daß dies gewöhnlich zu einer Begrenzung des Kurzschlußausschaltvermögens von AMF-Kontaktanordnungen führt.

Eine Erhöhung des Schaltvermögens kann naturgemäß durch Vergrößerung des Kontakttdurchmessers erreicht werden. Damit wachsen jedoch auch Baugröße und Kosten von Schaltrohre und Schaltgerät. Bei Kontaktanordnungen mit 15 axialem Magnetfeld wurde auch bereits vorgeschlagen, den zentralen, thermisch am stärksten belasteten Bereich der Kontaktscheibe zu entfernen. Es entsteht so eine Mittelloffnung im Kontaktstück mit einem dahinterliegenden Hohlraum. Solche Kontaktanordnungen werden beispielsweise 20 in der DE-A-40 02 933 und der DE-A-41 21 685 beschrieben und hinsichtlich der Wirkung der Mittelloffnung auf das thermische Verhalten der Anordnung erläutert. Aus diesen Druckschriften sind jedoch keine Angaben zur Dimensionierung von Mittelloffnung und Hohlraum entnehmbar, mit 25 der eine nachweisbare Erhöhung der Schaltleistung abgeleitet werden könnte. Schaltversuche haben allerdings gezeigt, daß die Schaltleistung empfindlich von der richtigen Dimensionierung von Mittelloffnung und Hohlraum abhängt und daß bei ungünstigen Dimensionierungen sogar Verschlechterungen der Schaltleistung auftreten können. Insbesondere war bisher nicht bekannt, daß und auf welche Weise der durch die Einführung eines Mittellochs entstehende Hohlraum die Spannungsfestigkeit einer solchen Anordnung beeinflußt.

35 Von obigem Stand der Technik ausgehend ist es Aufgabe der Erfindung, die Dimensionierung der Mittelloffnung und des sich daran anschließenden Hohlraumes in der Weise zu vorzusehen, daß das Schaltvermögen einer AMF-Kontaktanordnung verbessert wird.

40 Die Aufgabe ist erfahrungsgemäß dadurch gelöst, daß der Durchmesser der Mittelloffnung im Bereich zwischen 20 und 40% des Durchmessers der ringförmigen Kontaktscheibe liegt. Vorzugsweise liegt der Durchmesser der Mittelloffnung im Bereich zwischen 25 und 35% des Durchmessers der Kontaktscheibe. Insbesondere wird ein Optimum bei etwa 30% des Durchmessers der Kontaktscheibe erreicht.

Bei der Erfindung ist der hinter der Kontaktscheibe durch die Mittelloffnung zugängliche Hohlraum in seiner Tiefe begrenzt. Vorzugsweise entsprechen sowohl der Durchmesser des Hohlraumes als auch dessen axiale Gesamtiefe, die sich als Summe aus der Dicke der ringförmigen Kontaktscheibe und der Länge der Hohlraumbegrenzung ergibt, etwa dem Durchmesser der Mittelloffnung.

55 Mit der Erfindung ist erstmals eine Lehre zur vorteilhaften Dimensionierung der Mittelloffnung in der Kontaktscheibe und des Hohlraums im topfförmigen Kontaktträger und damit zur gezielten Auswahl von AMF-Kontaktstücken aus dem Stand der Technik gegeben. Daraus ergibt sich überraschenderweise, daß aus dem Stand der Technik vorbekanntete Kontaktgeometrien mit Mittelloffnung nicht zwangsläufig vorteilhaft sind. So überwiegt bei zu großer Mittelloffnung die mit der Verringerung der Kontaktoberfläche verbundene Herabsetzung des Schaltvermögens den positiven Effekt der Öffnung, was durch Schaltversuche belegt wurde. Bei zu kleiner Öffnung verringert sich der positive Effekt dagegen auf eine vernachlässigbare Größe. Besonders empfindlich ist die Hohlraumdimensionierung. Es zeigt sich, daß

bei den aus dem Stand der Technik bekannten Hohlraumgeometrien die radiale Abmessung des effektiv wirksamen Hohlraums dessen Tiefe und/oder den Durchmesser der Mittelöffnung deutlich übertrifft. Der Erfindung zugrunde liegenden Untersuchungen haben hingegen gezeigt, daß solche Geometrien unvorteilhaft für das Schaltvermögen sind. Da der Hohlraum bei einer Kurzschlußausschaltung ebenso wie der Kontaktzwischenraum mit Metalldampf gefüllt ist, kann es nach erfolgter Abschaltung nach einem Stromnulldurchgang aufgrund des raschen Anstiegs der Wiederkehrsspannung zum bevorzugten Zünden einer Gasentladung im Bereich der Hohlräume kommen. Diese sogenannten Hohlkathodenentladungen führen dann zu einem Versagen der Schaltröhre bzw. des Schaltgerätes.

Demgegenüber ergibt sich durch die erfindungsgemäße Auswahl eine überraschende Verbesserung insbesondere des Ausschaltvermögens gegenüber einer geschlossenen Kontaktsscheibe von bis zu 10%. Wesentlich für die Steigerung des Ausschaltvermögens der erfindungsgemäßen Kontaktanordnung ist die Ausgestaltung des hinter den Kontaktsscheiben bestehenden Hohlraumes, insbesondere dessen Durchmessers im Vergleich zum Durchmesser der Öffnung in der Kontaktsscheibe sowie dessen Tiefe.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus nachfolgender Figurenbeschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung in Verbindung mit weiteren Patentansprüchen. Es zeigen

Fig. 1 in perspektivischer Darstellung eine Axialmagnetfeld-Kontaktanordnung gemäß dem Stand der Technik,

Fig. 2 und **Fig. 3** in Aufsicht und Seitenansicht ein erfindungsgemäßes Kontaktstück mit Mittelöffnung in der Kontaktsscheibe und sich daran anschließendem Hohlraum sowie

Fig. 4 und **Fig. 5** Ergebnisse von experimentellen Untersuchungen zur verbesserten Kontaktanordnung.

In den Figuren haben gleiche bzw. gleichwirkende Teile gleiche bzw. sich entsprechende Bezugszeichen. Die Figuren werden teilweise gemeinsam beschrieben.

In **Fig. 1** ist eine Kontaktanordnung dargestellt, die in einer nicht im einzelnen dargestellten Vakuumschaltrohre eingebaut wird und bei der üblicherweise das eine Kontaktstück als Festkontakt und das andere Kontaktstück als Bewegkontakt mittels eines Federbalges zur Gewährleistung des Schalthubes beweglich ausgebildet ist. Im einzelnen bedeuten 1 und 1' die Stromzuführungsbolzen und 2 bzw. 2' die zugehörigen Kontaktstücke, die entsprechend dem Stand der Technik topfförmige Kontaktträger 20 und 20' aufweisen. Dabei sind die Wände der Kontaktträger 20 und 20' als Teil der Stromzuführung für die Kontaktsscheiben 30 bzw. 30' durch Schlitzte 21 bzw. 21' als Spulenkörper ausgeformt. Die Schlitzung ist für die beiden gegenüberstehenden Kontaktstücke gleichsinnig, so daß im Innern der Spule ein im wesentlichen axiales Magnetfeld erzeugt wird. Die Kontaktsscheiben 30 bzw. 30' sind im allgemeinen mit Schlitzten 32 bzw. 32' in radialer Richtung versehen, um Wirbelströme zu unterdrücken.

In den **Fig. 2** und **3** ist ein einzelner Topfkontakt aus **Fig. 1** derart modifiziert, daß im zentralen Bereich der Kontaktsscheiben aus **Fig. 1** eine Öffnung 36 vorhanden ist. Statt der geschlossenen Kontaktsscheibe 30 in **Fig. 1** ist also in **Fig. 2** und **3** eine ringförmige Kontaktsscheibe 31 mit einer Mittelöffnung 36 vorhanden.

Die zentrale Mittelöffnung 36 ist in vorgegebener Weise dimensioniert und hat einen Durchmesser d, der kleiner ist als der äußere Durchmesser D des Kontaktstückes 2 aus Kontaktträger 20 und ringförmige Kontaktsscheibe 31. An die zentrale Mittelöffnung 36 schließt sich im topfförmigen Kontaktträger 20 ein Hohlraum 34 vorgegebener Höhe H an, wobei bei einer Dicke der ringförmigen Kontaktsscheibe

31 von M eine Gesamt Tiefe T = M+H des Hohlraumes 34 vorliegt.

Aus **Fig. 3** ist ersichtlich, daß der Hohlraum 34 durch einen umlaufenden unmagnetischen Rohrabschnitt 35 begrenzt wird. In einer vorteilhaften Ausführung werden Rohre mit geeignetem Innendurchmesser und einer Wandstärke von 1 bis 2 mm verwendet, die gleichzeitig in axialer Richtung mechanisch abstützend wirken. Für diesen dünnwandigen Rohrabschnitt 35 kann vorzugsweise ein Material verwendet werden, das im Vergleich zum topfförmigen Kontaktträger, der üblicherweise aus einem elektrisch gut leitendem Material, beispielsweise Kupfer, besteht, nur eine geringe elektrische Leitfähigkeit besitzt. Ein derartiges Material ist beispielsweise unmagnetischer Stahl. Es sind jedoch auch andere Werkstoffe mit im Vergleich zu Kupfer geringerer Leitfähigkeit verwendbar. Alternativ dazu kann der dünnwandige Rohrabschnitt 35 aber auch aus elektrisch gut leitendem Material bestehen, sofern er eine geeignete Schlitzung zur Vermeidung von Wirbelströmen aufweist. In diesem Fall muß allerdings durch zusätzliche Maßnahmen, beispielsweise durch isolierende Distanzstücke, vermieden werden, daß durch den Rohrabschnitt 35 ein elektrischer Nebenschluß der Spulenkörper entsteht.

Die **Fig. 4** und **5** geben die Ergebnisse von experimentellen Untersuchungen mit unterschiedlichen Geometrien der Mittelöffnung 36 bzw. des sich daran anschließenden Hohlraumes 34 bei Axialmagnetfeld-Kontaktanordnungen wieder. Aufgetragen ist in **Fig. 4** auf der Abszisse das Verhältnis von Mittelöffnungs- zu Kontakt durchmesser und in **Fig. 5** das Verhältnis Hohlraum durchmesser zu Kontakt durchmesser, wobei in beiden Figuren die Randbedingungen bezüglich der übrigen Parameter jeweils konstant gehalten sind. Auf der Ordinate ist in beiden **Fig. 4** und **5** jeweils das für Standardkontakte normierte Ausschaltvermögen aufgetragen, so daß die einzelnen Messungen vergleichbar sind.

Es zeigt sich, daß eine optimale Spannungsfestigkeit der gesamten Anordnung dann erreicht wird, wenn gemäß **Fig. 5** sowohl der Hohlraum durchmesser als auch die Hohlraum-Gesamt Tiefe T, das heißt die Summe aus Kontaktsscheibendicke M und Abmessung H der Hohlraumbegrenzung, etwa dem Durchmesser d der Mittelöffnung 36 der Ringsförmigen Kontaktsscheibe 31 entsprechen. Bezogen auf ein Kontaktstück vom Stand der Technik steigt die Schaltleistung eines erfindungsgemäßen Kontaktstückes durch Einbringung der Mittelöffnung mit dem Mittelöffnungs durchmesser bis zu einem Wert von etwa 30% des Kontakt durchmessers an und fällt anschließend wieder deutlich ab.

Zur weiteren Verbesserung des Schaltverhaltens ist es vorteilhaft, wenn die mit der Mittelöffnung 36 versehenen ringförmigen Kontaktsscheiben 31 bzw. 31' – wie beim Stand der Technik gemäß **Fig. 1** – radiale Schlitzte 32 zur Wirbelstromunterdrückung enthalten. Aus fertigungstechnischen Gründen und wegen der mechanischen Festigkeit ist es vorteilhaft, die Radialschlitzte 32 mindestens 3 mm, insbesondere 5 mm, außerhalb des Randes der zentralen Mittelöffnung 36 in der Kontaktsscheibe 31 enden zu lassen. Die Anzahl n der mit gleichen Winkelabständen eingebrachten radialen Schlitzte 32 entspricht vorteilhafterweise der Anzahl n der in Umfangsrichtung eingebrachten Schlitzte 21, 21' im Kontaktträger 20 bzw. 20'.

In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform werden sechs äquidistante axialmagnetfelderregende Spulenschlitzungen 21, 21' im Kontaktträger 20, 20' verwendet, wobei die Spulenhänge in axialer Richtung beispielsweise etwa 17 mm beträgt. Der azimutale Umfangswinkel β einer einzelnen Spulenschlitzung 21 sollte minimal etwa 90° betragen: Geeignete Azimutwinkel β liegen zwischen 100° und 140°, womit vorteilhaft Schlitzlängen entsprechend ei-

nem jeweiligen Umfangswinkel β definiert sind.

Vergleichbare Ergebnisse erhält man mit Kombinationen aus anderen Schlitzzahlen n und entsprechend veränderten Schlitzlängen derart, daß die Verringerung einer Schlitzzahl n durch entsprechende Erhöhung der Schlitzlänge kompensiert wird und umgekehrt, so daß die resultierende Axialmagnetfeldstärke unverändert bleibt. Der Kontaktträger 20, 20' hat in seiner bevorzugten Ausführung im Bereich der Axialmagnetfeld-erregenden Spulenschlitzungen 21, 21' eine Wandstärke von typisch etwa 1/10 des Kontakt durchmessers, so daß die ringförmigen Kontaktscheiben 31, 31' nur in einem vergleichsweise schmalen Randbereich auf den Kontaktscheibenträgern 20, 20' aufliegen.

Patentansprüche

5

10

15

1. Axialmagnetfeld-Kontaktanordnung für einen Vakuumschalter, bestehend aus zwei einander zugeordneten Kontaktstücken und zugehörigen Mitteln zur Generierung eines axialen Magnetfeldes, wobei die Kontaktstücke aus topfförmigen Kontaktträgern mit Hohlraum und ringförmigen Kontaktscheiben mit Mittelloffnung bestehen, die mit dem dahinterliegender Hohlraum verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Durchmesser (d) der Mittelloffnung (36) im Bereich zwischen 20 und 40% des Durchmessers (D) der ringförmigen Kontaktscheibe (31, 31') liegt.
2. Kontaktanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser (d) der Mittelloffnung (36) im Bereich zwischen 25 und 35% des Durchmessers (D) der ringförmigen Kontaktscheibe (31, 31') liegt.
3. Kontaktanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser (d) der Mittelloffnung (36) bei etwa 30% des Durchmessers (D) der ringförmigen Kontaktscheibe liegt.
4. Kontaktanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der hinter der ringförmigen Kontaktscheibe (31) durch die Mittelloffnung (36) zugängliche Hohlraum (34) in seinem Durchmesser und in seiner Tiefe (T) begrenzt ist.
5. Kontaktanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß sowohl der Durchmesser des Hohlraumes (36) als auch dessen axiale Gesamttiefe (T), die sich aus der Summe aus der Dicke (M) der ringförmigen Kontaktscheibe (31) und der Länge (H) der Hohlraumbegrenzung (35) ergibt, etwa dem Durchmesser der Mittelloffnung (36) entsprechen.
6. Kontaktanordnung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Wand (35) des Hohlraumes (34) aus einem dünnwandigen, unmagnetischen Rohrabschnitt besteht, der eine im Vergleich zum Kontaktträger (20) schlechte elektrische Leitfähigkeit, besitzt.
7. Kontaktanordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der unmagnetische Rohrabschnitt (35) aus Stahl besteht.
8. Kontaktanordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Wand (35) des Hohlraumes elektrisch gut leitend ist, wobei Wirbelströme durch geeignete Schlitzungen vermieden werden.
9. Kontaktanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die ringförmige Kontaktscheibe (31) vorzugsweise radial verlaufende Schlitzte (32) enthält.
10. Kontaktanordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die radialen Schlitzte (32) in der ringförmigen Kontaktscheibe (31) mindestens 3 mm, vor-

zugsweise 5 mm, außerhalb des Randes der Mittelloffnung (36) enden.

11. Kontaktanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der azimutale Umfangswinkel (β) einer einzelnen axialmagnetfelderregenden Spulenschlitzung (21) im Kontaktträger (20) wenigstens etwa 90° , vorzugsweise zwischen 100° und 140° bei einer Schlitzzahl von $n = 6$ beträgt.

12. Kontaktanordnung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der azimutale Umfangswinkel (β) größer als 130° ist.

13. Kontaktanordnung nach Anspruch 11 oder Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Produkt aus azimutalem Umfangswinkel (β) und Anzahl (n) der Slitze (21, 21') 600° bis 840° beträgt.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

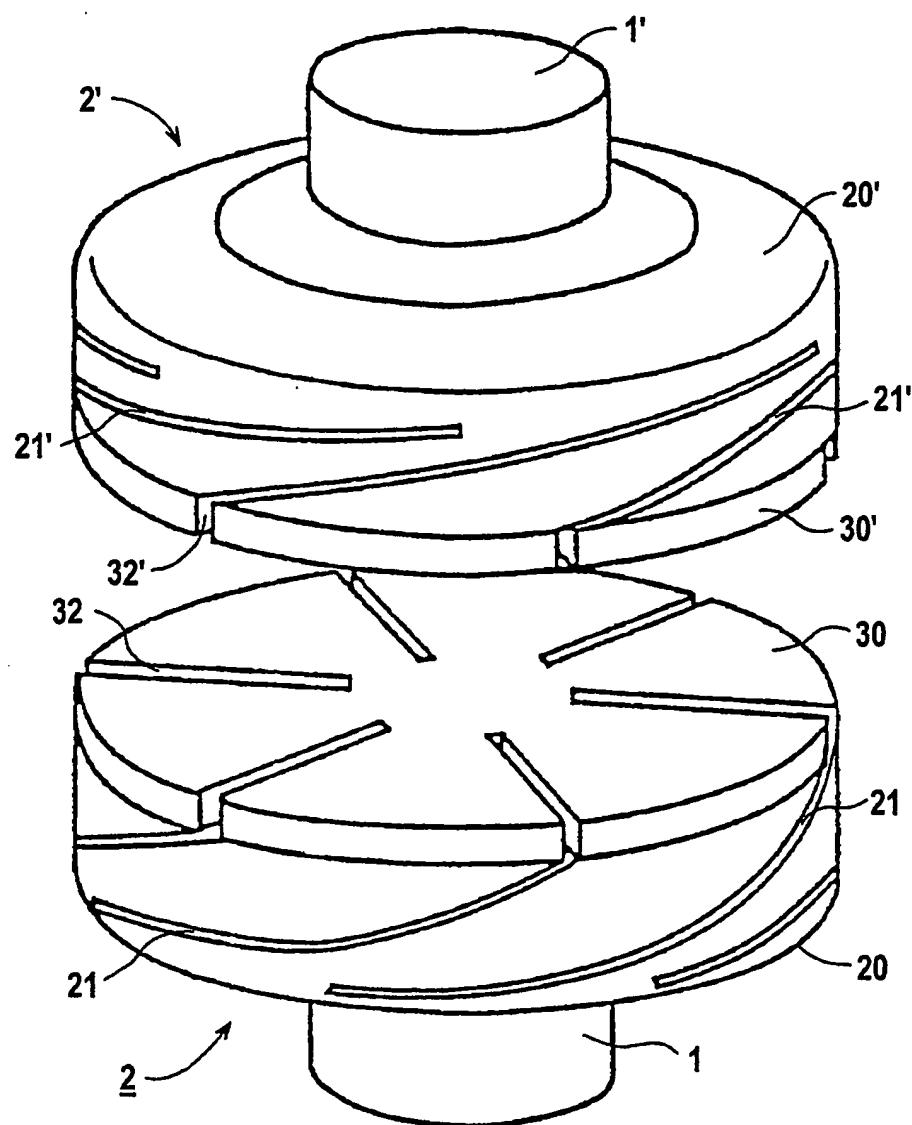
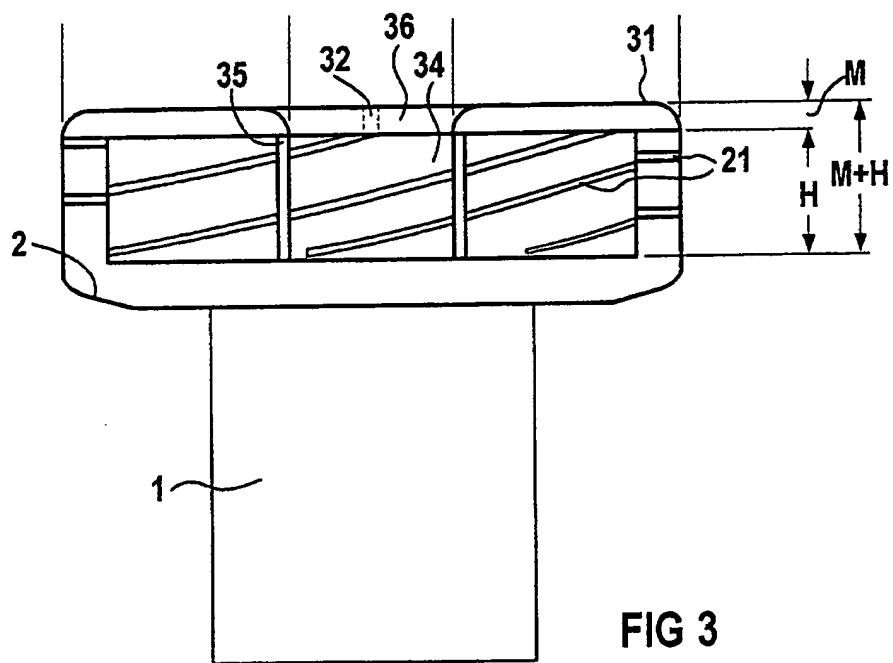
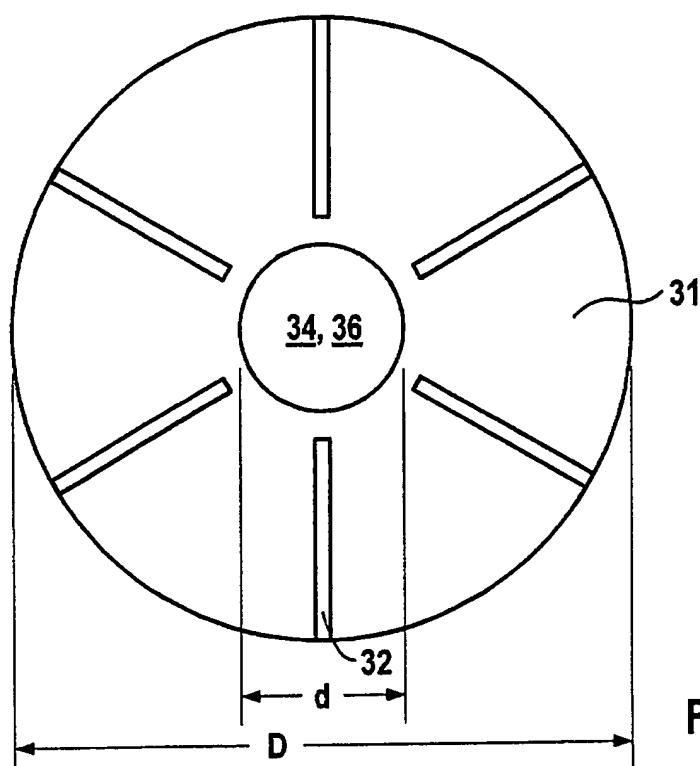


FIG 1



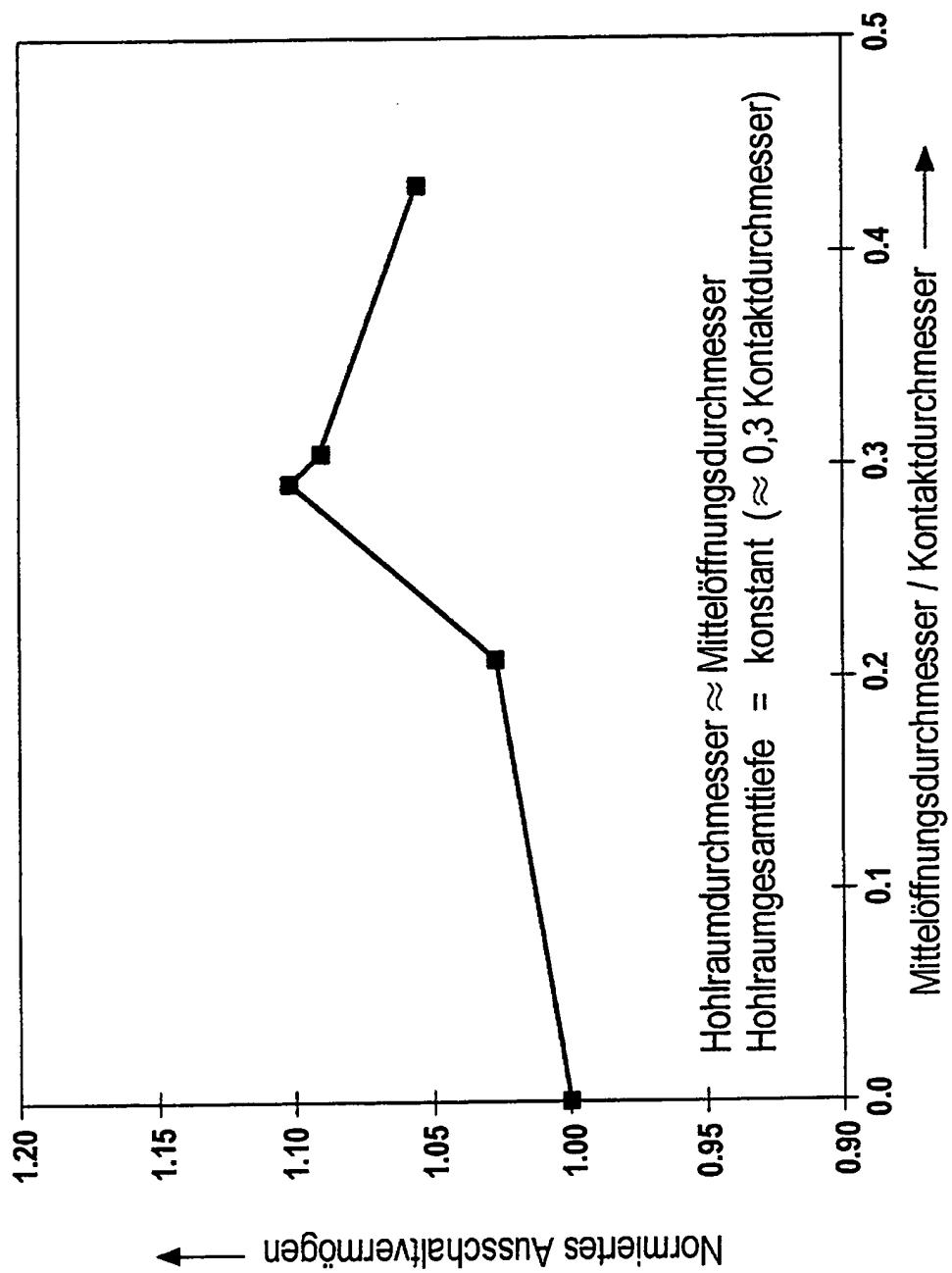


FIG 4

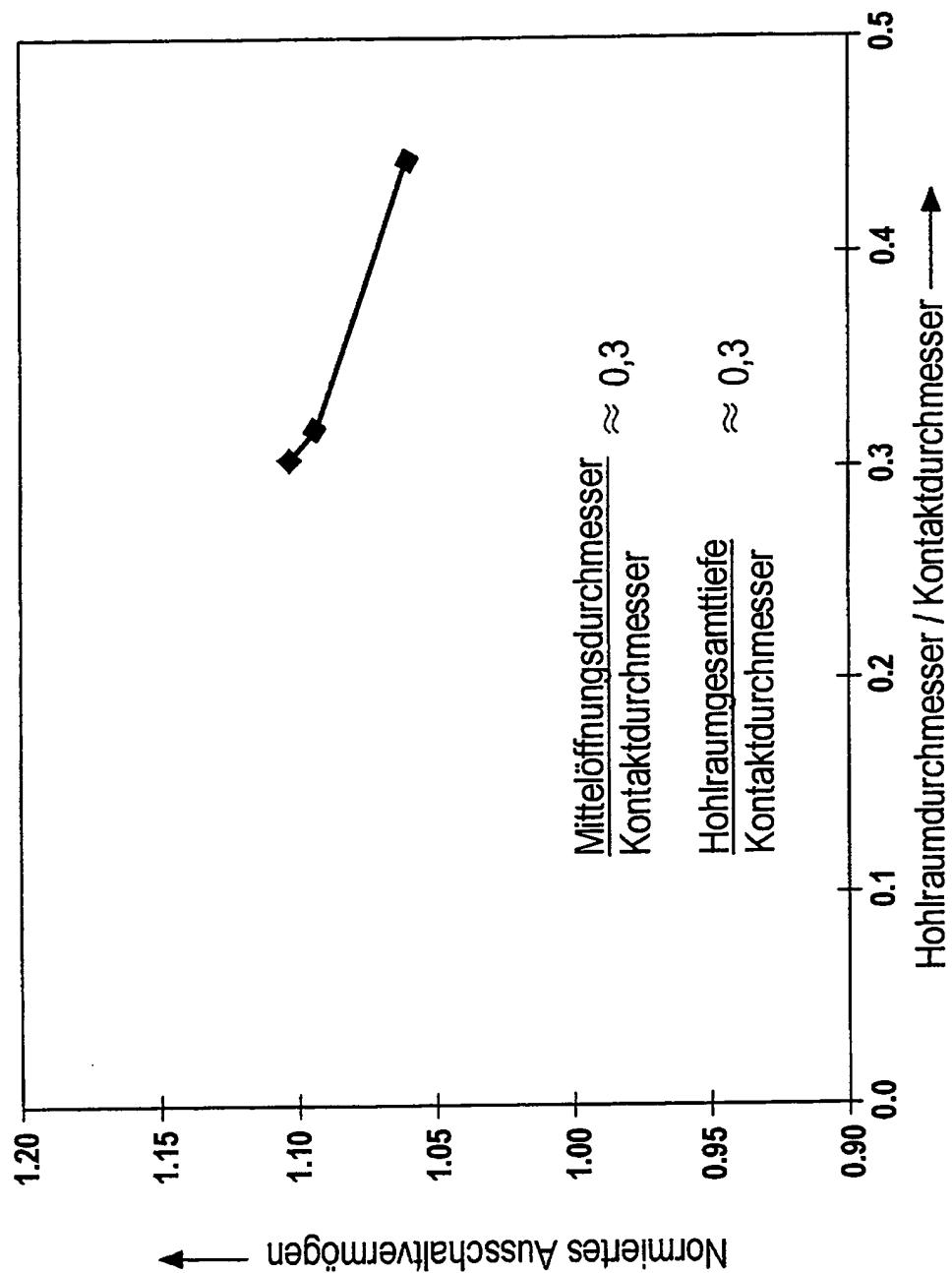


FIG 5